

ISTRAŽIVANJE GENETIČKIH ASPEKATA ISHRANE KUKURUZA NA POLJOPRIVREDNOM INSTITUTU OSIJEK (1971-1992. G)

V. KOVAČEVIĆ¹⁾Pregledni znanstveni rad
Primljeno 15.10.1993.

SAŽETAK

Istraživanja genetičkih aspekata mineralne ishrane kukuruza na Poljoprivrednom institutu Osijek započeta su 1971. g analizama lista ispod klipa u svilanju kod 58 samooplodnih linija kukuruza. Razlike koje su se pri tome dobile (% suhe tvari: 15-169 Mn, 29-140 Fe, 4-32 Zn i 3,8-8,8 Cu) bile su povod za intenziviranje ovih istraživanja. Deset inbred linija kukuruza uzgajano je dvije godine u poljskim uvjetima i u stakleniku, a utjecaj vanjskih faktora na specifičnost primanja, N, P, K i Mg u biljci bio je neznatan. Uzgojem samooplodnih linija i njihovih hibrida (dialelna križanja) pokazala su značajan udjel nasljeđivanja u primanju pojedinih hranivih elemenata. Budući da su u Hrvatskoj ustanovljeni poremećaji rasta kukuruza izazvanih neadekvatnom mineralnom ishranom (nedostatak cinka, fosfora i kalija), od posebnog su značenja istraživanja stupnja otpornosti hibrida i linija kukuruza na takvim defektnim tlima. ova istraživanja su od posebne koristi za proizvodnju sjemenskog kukuruza jer su linije osjetljivije na stresove u tlu od njihovih hibrida.

TESTING OF GENETIC ASPECTS OF MAIZE MINERAL NUTRITION IN AGRICULTURAL INSTITUTE OSIJEK (1971-1992)

V. KOVAČEVIĆ

Scientific review

Received: 15. 10. 1993.

SUMMARY

Testing of genetic aspects of maize mineral nutrition in Agricultural Institute Osijek began 1971 by the analysis of earleaf composition of 58 inbred lines at silking stage. They were found differences as follows (on dry matter basis): 1.68-3.49% N, 0.73-2.11% Ca, 0.09-0.62% Mg; 15-169 pp, Mn, 29-140 ppm Fe, 4-32 ppm Zn and 3.8-8.8 ppm Cu. For this reason, similar testing were expanded by 2-year experiments (field conditions and in nutrient solutions) of ten inbred lines. Influence of weather conditions on genetic specificity of nutrient (N,P,K,Mg) uptake in plants were very low. Also, there were found influence of heredity on nutrient uptake by maize inbred lines and their hybrids (dialel-crossing). As they were found nutritional - induced disorders of maize growth (deficiency of Zn, P and K) in Croatia, testing of maize hybrids and inbred lines tolerance to these stress

conditions is very important. Especially, these investigations are important in maize seed production because inbred lines is more susceptible to soil stress compared to hybrid maize.

UVOD

Istraživanja genetičkih aspekata mineralne ishrane kukuruza na Poljoprivrednom institutu Osijek traje više od 20 godina, a započela su 1971. godine. Početku ove aktivnosti prethodilo je osnivanje suvremenog kemijskog laboratorija i kadrovska popuna novoosnovanog Odjela za agrotehniku u sklopu kojeg je i osnovan laboratorij. Nabavljena je za tu namjenu tada nasjovremenija laboratorijska oprema (atomska apsorpcijski spektrofotometar firme "Beckman", plinski kromatograf i scintilacijski spektrofotometar firme ("Packard")). Savladavanje novih laboratorijskih metoda bio je vrlo naporan posao jer je takva oprema bila prva u Osijeku i vrlo rijetka u Hrvatskoj. Dodatni napori bili su potrebni i zbog činjenice da je prostor laboratorija bio skučen i neadekvatan za takvu namjenu. Adaptacija bivših prostorija za boravak stoke u funkcionalan kemijski laboratorij bila je dodatni napor. Rukovoditelj Odjela bio je prof. dr. Ivan Mušac od njegovog osnivanja do 1986. godine kada je otišao u prijevremenu mirovinu. Zahvaljujući entuzijazmu profesora Mušca i ekipi mlađih kadrova razvijeno je nekoliko znanstvenih programa iz oblasti agrotehnike među kojima i analiziranje genetičkih razlika u primanju biogenih elemenata u biljke kukuruza. Za takve programe bili su zainteresirani i selekcioneri kukuruza, prof. dr. Ljubo Radić i dr. Nedjelko Vekić s ciljem da se prognozira kombinatorna sposobnost samooplodnih linija kukuruza, te njihova adaptabilnost za uzgoj na određenim tipovima tla. Ovo posljednje bilo je osobito korisno za komercijalne materijale koji se koriste u sjemenskoj proizvodnji kukuruza. U ljeto 1977. godine znanstveni odjeli Poljoprivrednog instituta su preseljeni u novu zgradu na lokaciji Tenjska cesta 140. Odjel za agrotehniku dobio je nove i funkcionalne prostore za suvremeni kemijski laboratorij koji je proširivao svoju aktivnost, posebno na području analiza genotipova kukuruza.

Miris baruta i rata širio se Hrvatskom još od ljeta 1990. da bi godinu dana kasnije rat i razaranja postali dio naše stvarnosti. U tim strahotama ostali smo bez nove zgrade i bez suvremenog laboratorija. Neprijatelj je iz susjednog prigradskog naselja Tenja, udaljenog samo oko 500 m zračne linije, sustavno uništavao zgradu Poljoprivrednog instituta i Poljoprivrednog fakulteta, a posao su dovršili zrakoplovi Jugoslavenske armije i njeni tenkovi pri povlačenju iz osječkih vojarni prema Tenju. Rujan i listopad 1991. g. bili su mjeseci osobito intenzivnih napada na zgradu koja dovedena u stanje u kojem ne može služiti svojoj prvobitnoj namjeni. Ratni vihor bio je razlog da su istraživanja genetičkih aspekata mineralne ishrane kukuruza djelomice u stagnaciji, osobito u dijelu koji se odnosi na laboratorijske analize.

U ovom članku dajemo kronologiju istraživanja genetičkih aspekata mineralne ishrane samooplodnih linija i njihovih hibrida kukuruza u razdoblju od 1971. godine do danas. Dio ovih istraživanja može se primijeniti i u sjemenskoj proiz-

vodnji kukuruza ako analizirane linije predstavljaju roditeljske komponente sjemenskog kukuruza.

MATERIJAL I METODE RADA

Kao izvorni materijal za ovaj pregledni članak poslužila je osobna arhiva: Informacije o radu na kukuruza (interna publikacija Poljoprivrednog instituta Osijek - urednik prof. dr. Ljubo Radić, godišta 1971. i 1974.) i objavljeni znanstveni i pregledni članci ili njihovi sažeci.

Ova aktivnost može se sistematizirati u četiri dijela:

- a) Analiza samooplodnih linija na normalnom tlu
- b) Analiza linija i njihovih hibrida na normalnom tlu
- c) Analiza linija i njihovih hibrida na abnormalnim tlima
- d) Analiza poremećaja rasta i kloroze sjemenskog kukuruza

U prva tri dijela analiziran je list ispod klipa početkom svilanja na sadržaj dušika, fosfora, kalija, kalcija, magnezija, željeza, mangana, cinka i bakra (parcijalno ili svi elementi), dok je u četvrtom dijelu analiziran nadzemni dio biljke sjemenskog kukuruza u ranom porastu. Detaljnije o metodici istraživanja napisano je u izvornim člancima.

REZULTATI ISTRAŽIVANJA

a) Analiza samooplodnih linija kukuruza na normalnom tlu

Prvi članak kojim se analiziraju genetički aspekti mineralne ishrane kukuruza na Poljoprivrednom institutu Osijek objavljen je u internoj publikaciji "Informacije o radu na kukuruza (Radić i sur. 1971). Analizirano je 58 samooplodnih linija i pronađene su značajne razlike u koncentracijama Ca, Mg, Fe, Mn, Zn i Cu u listu. Linije su uzgajane u mikropokusu na selekcijskom polju Instituta. Na osnovu ovih podataka, a po uzoru na američka istraživanja (Clark 1973, Clark i Brown 1974), linije su sistematizirane prema efikasnosti iskorištenja pojedinih elemenata (Radić i sur. 1974). Iz ovih podataka objavljena su dva znanstvena rada koja su prezentirana na međunarodnim skupovima: Drugi međunarodni simpozij "Genetski aspekti mineralne ishrane biljaka, Madison, Wisconsin, USA 1985 (Kovačević i sur. 1987) i Četvrti međunarodni simpozij "Ishrana željezom i interakcije u biljkama", Albuquerque, New Mexico, USA 1987. (Kovačević 1988). Rezultati linija koje uključuju ekstremne vrijednosti (masno) prikazuje Tablica 1.

Američka istraživanja specifičnosti sadržaja biogenih elemenata u polenu i svili samooplodnih linija kukuruza (Phahler i Linskens 1974) bila su povod za slična istraživanja i s osječkim linijama (Kovačević 1977). Od 15 analiziranih linija, razlikama u koncentraciji izdvajaju se linije Os 56 i Os 64 (Tablica 2).

Nešto detaljniji pregled istraživanja genetičkih aspekata ishrane kukuruza do 1977. godine objavljen je u okviru simpozija "Sjeme i sjemenska proizvodnja kukuruza" održanog u Osijeku (Kovačević i sur. 1977).

Tablica 1. Koncentracija N, Ca, Mg, Mn, Zn, Cu i Fe u listu ispod klipa samooplodnih linija kukuruza uzgajanih na eutričnom kambisolu kod Osijeka (Kovačević i sur. 1987 a, Kovačević 1988)

Linija	List ispod klipa početkom svilanja						
	% suhe tvari			mg/kg (ppm) suhe tvari			
	N	Ca	Mg	Mn	Zn	Cu	Fe
Os 28A	2.39	0.92	0.14	169.2	15.6	5.0	61.3
Os 59	3.49	1.58	0.36	103.3	18.3	5.1	37.9
Os 73	2.95	1.68	0.62	14.5	12.7	8.6	57.1
Os 74	2.39	1.23	0.42	44.6	16.3	5.7	140.0
Os 86	2.13	0.73	0.09	52.5	4.0	6.6	50.3
Os 87	3.05	2.06	0.51	163.5	13.5	6.8	29.1
Os 89	2.80	2.11	0.64	155.1	16.0	6.0	33.2
Os 94	2.07	1.33	0.41	128.4	7.5	3.6	52.6
Os 97	2.27	1.33	0.32	51.3	32.2	6.4	38.7
A 239	2.23	1.33	0.46	95.5	11.2	8.8	61.8
Ch 43 o2	1.68	1.12	0.22	63.1	15.2	6.7	92.2

Tablica 2. Koncentracija nekih elemenata u polenu, svili i listu samooplodnih linija kukuruza uzgajanih na eutričnom kambisolu kod Osijeka (Kovačević 1977)

Dio biljeka	% suhe tvari					mg/kg (ppm) suhe tvari			
	N	P	K	Ca	Mg	Mn	Zn	Cu	Fe
Linija Os 56									
Polen	3.17	0.35	0.68	0.04	0.09	14	87.0	7.9	68
Svila	2.97	0.53	4.18	0.14	0.26	18	53.0	11.9	145
List	3.17	0.42	2.96	1.07	0.31	34	17.5	26.3	263
Linija Os 64									
Polen	4.69	0.50	1.00	0.09	0.11	28	103.0	7.0	76
Svila	2.73	0.42	3.52	0.09	0.23	15	46.0	11.1	142
List	3.04	0.37	2.00	1.93	0.42	81	17.4	12.2	243

Istraživanja s inbred linijama nastavljena su tijekom 1977. i 1978. g. uzgojem deset linija u poljskom pokusu na eutričnom kambisolu kod Osijeka i u hranivim otopinama u stakleniku Instituta za biologiju Prirodnomatemičkog fakulteta Univerziteta u Novom Sadu (Kovačević 1980). Sjeme ovih linija je analizirano na sadržaj N, P, K i Mg (cijelo zrno, endosperm i embrio). Variranja u cijelom zrnu bila su u slijedećim rasponima, ovisno o liniji: 1.81 do 2.40% N, 0.21 do 0.29% P, 0.23 do 0.32% K i 0.11 do 0.14% Mg (Sarić i Kovačević 1978). Neki rezultati dvogodišnjih istraživanja u polju i stakleniku prikazani su tabelarno (Tab. 3, 4 i 5).

V. Kovačević: Istraživanje genetičkih aspekata ishrane kukuruza na poljo-privrednom institutu Osijek (1971-1992. g) Sjemenarstvo 11(94)5, str. 327-347

Tablica 3. Koncentracija N, P, K i Mg u listu i stabljici deset samooplodnih linija kukuruza (metličanje) uzgajanih na eutričnom kambisolu kod Osijeka (Kovačević 1980)

Linija	Koncentracija (% suhe tvari) po godinama istraživanja							
	Dušik (N)		Fosfor (P)		Kalij (K)		Magnezij (Mg)	
	1977.	1978.	1977.	1978.	1977.	1978.	1977.	1978.
Srednja tri lista (faza metličanje)								
I								
Oh 43	1.85	2.27	0.125	0.225	2.11	1.83	0.329	0.169
Os 56	2.15	2.44	0.296	0.267	2.48	2.13	0.292	0.223
Os 64	2.23	2.40	0.238	0.255	1.91	1.28	0.445	0.299
NS 358/II	1.81	1.58	0.187	0.137	2.08	1.34	0.238	0.139
ZP L 161	2.07	2.41	0.293	0.310	2.29	1.73	0.286	0.221
Os 2	1.72	1.93	0.262	0.246	2.25	1.81	0.214	0.157
Os 2/7A	1.86	1.95	0.209	0.217	1.87	1.73	0.256	0.141
C 103	1.77	1.91	0.232	0.215	2.08	1.66	0.238	0.125
NS 796	2.35	2.51	0.241	0.207	2.13	1.48	0.442	0.228
ZP R 455	2.20	2.46	0.284	0.257	2.80	2.13	0.426	0.253
LSD 0,5%	0.14	0.25	0.035	0.053	0.20	0.19	0.025	0.057
LSD 1%	0.18	0.32	0.047	0.069	0.27	0.24	0.033	0.075
Srednji dio stabljike (faza metličanja)								
Oh 43	1.31	1.33	0.150	0.177	0.97	1.03	0.288	0.244
Os 56	1.37	1.27	0.258	0.200	1.00	0.89	0.292	0.248
Os 64	1.38	1.54	0.261	0.232	1.49	1.24	0.320	0.285
NS 358/II	0.92	0.99	0.132	0.112	0.73	0.42	0.252	0.212
ZP L 161	1.24	1.39	0.175	0.207	1.15	1.07	0.352	0.349
Os 2	0.69	0.96	0.180	0.202	0.64	0.60	0.288	0.245
Os 2/7A	0.92	0.97	0.201	0.190	0.77	0.59	0.306	0.273
C 103	0.67	0.91	0.191	0.150	0.40	0.45	0.276	0.242
NS 796	1.01	1.97	0.193	0.200	0.63	0.65	0.348	0.234
ZP R455	1.15	1.51	0.206	0.177	1.42	1.18	0.288	0.264
LSD 0,5%	0.14	0.25	0.035	0.053	0.20	0.19	0.025	0.057
LSD 1%	0.18	0.32	0.047	0.069	0.27	0.24	0.033	0.075

Tablica 4. Rezultati uzgoja samooplodnih linija kukuruza u potpunoj hranivoj otopini u stakleniku (Kovačević 1980)

Linija *	Nadzemni dio					Korijen				
	Suha tvar (mg)	% suhe tvari				Suha tvar (mg.)	% suhe tvari			
		N	P	K	Mg		N	P	K	Mg
Oh 43	190	5.86	2.00	7.20	0.420	161	4.09	0.83	4.10	0.150
Os 56	199	5.14	1.00	7.18	0.387	188	3.96	0.76	3.74	0.108
Os 64	97	5.81	1.37	6.09	0.740	101	4.47	0.71	3.66	0.162
NS 358/II	176	5.65	1.32	7.56	0.400	158	4.25	0.59	3.94	0.162
ZP L 161	219	6.36	2.30	7.81	0.453	142	4.75	0.88	4.82	0.304
Os 2	171	5.40	1.36	7.89	0.440	197	4.29	0.55	3.07	0.131
Os 2/7A	174	5.40	0.98	6.55	0.460	178	4.24	0.53	4.00	0.136
C 103	199	6.06	1.63	6.42	0.385	213	2.13	0.73	3.88	0.153
NS 796	133	6.15	1.39	7.54	0.440	105	2.96	0.91	4.96	0.139
ZP R 455	170	6.49	1.40	7.21	0.460	116	3.12	0.75	4.46	0.115
LSD 0,5%	33	0.18	0.13	0.39	0.021	20	0.21	0.10	0.26	0.017
LSD 1%	44	0.25	0.17	0.51	0.028	27	0.27	0.14	0.34	0.023

* presađivanje u hranivu otopinu 5. travnja i žetva 22. travnja 1977. g: rezultati suhe tvari izražene u mg/biljka

b) Analiza samooplodnih linija i njihovih hibrida

Slijedeća stepenica u ovim istraživanjima bila je analiza kemijskog sastava lista ispod klipa linija i njihovih hibrida. Ova istraživanja bila su bazirana na poljskim pokusima s četiri ponavljanja. Tako su tijekom 1977. g. na pokusu s deset linija (Kovačević 1980) obavljena križanja s osam linija (potpuni dialel 8x8), a slijedeće godine je F1-sjemenska generacija posijana na istoj parceli. Određena je koncentracija N, P, K, Ca i Mg (Kovačević 1983, 1984). Dio ovih istraživanja (Kovačević 1983) prezentiran je i objavljen na Prvom međunarodnom simpoziju genetske specifičnosti mineralne ishrane biljaka (Beograd 1982). Prosječne vrijednosti koncentracije N, P, K, Ca i Mg za hibride istog roditelja, te za samooplodne linije prikazani su Tablicom 6.

Drugi komplet dialelnih križanaca i njihovih linija (dialel 6x6). uzgajan je tijekom 1985. g. na eutričnom kambisolu kod Osijeka. Rezultati su djelomice objavljeni kao sažetak na Trećem međunarodnom simpoziju o genetičkim aspektima mineralne ishrane biljaka (Braunschweig, BRD 1988) i na XII kongresu EUCARPIA (Göttingen, BRD 1989) kao prosječne vrijednosti hibrida istog roditelja (Kovačević i Vujević 1988, 1989.b) u kom obliku ih i prikazujemo (Tablica 8). Rezultati u izvornom obliku čekaju za objavljivanje u časopisu "Georgicon for Agriculture" (Pannon University Keszthely, Mađarska).

Tablica 5. Rezultati uzgoja linija Os 56 i ZP L 161 u različitim koncentracijama (od 1/8 do 3 puta prema potpunoj hranivoj otopini) hrvne otopine u stakleniku (Kovačević 1980)

Koncentracija * hranive otopine	Nadzemni dio					Korijen				
	Suha tvar (mg)	% suhe tvari				Suha tvar (mg.)	%suhe tvari			
		N	P	K	Mg		N	P	K	Mg
Linija Os 56										
1/8	285	2.85	0.35	4.04	0.325	244	2.35	0.31	2.08	0.195
1/2	309	3.62	0.52	6.81	0.280	228	3.21	0.69	3.25	0.188
1	307	4.00	0.63	6.95	0.365	235	3.43	0.87	3.55	0.234
2	308	4.21	0.68	7.59	0.493	221	3.73	1.08	3.95	0.332
3	334	4.21	0.59	7.48	0.459	225	3.55	1.02	4.33	0.385
LSD 0,5%	45	0.28	0.17	0.43	0.035	26	0.31	0.10	0.30	0.038
LSD 1%	59	0.37	0.23	0.57	0.046	35	0.42	0.13	0.40	0.050
Linija ZP L 161										
1/8	355	2.57	0.34	2.88	0.346	252	2.30	0.32	0.32	1.59
1/2	804	4.21	0.64	5.26	0.327	229	3.81	0.44	3.42	0.515
1	802	4.35	1.24	5.55	0.320	229	4.02	0.93	3.57	0.525
2	613	4.56	1.36	5.76	0.318	158	4.31	1.23	3.53	0.555
3	598	4.45	1.33	5.38	0.460	202	4.38	1.19	3.20	0.585
LSD 0,5%	45	0.28	0.17	0.43	0.035	26	0.31	0.10	0.30	0.038
LSD 1%	59	0.37	0.23	0.57	0.046	35	0.42	0.13	0.40	0.050

* presađivanje u hranivu otopinu 13. travnja i žetva 30. travnja 1978.g; rezultati suhe tvari izražene u mg/biljka.

Jurić (1981) uzgajao je dvije godine četiri samooplodne linije i dva njihova hibrida na eutričnom kambisolu kod Osijeka. Analizirana je njihova reakcija na sklop (60 000 i 100 000 biljaka/ha) i gnojidbu dušikom (0,180 i 270 kg N/ha). Postotak suhe tvari i koncentracija dušika i fosfora određena je u trećem i četvrtom listu svakih deset dana vegetacije u ukupno 11 intervala. Za prezentiranje dijela ovih rezultata izabran je drugi termin uzimanja uzoraka (11.srpnja 1975. i 10. srpnja 1976.g) cijele lisne mase (Tablica 7), kao i prinosi zrna.

Treći komplet dialelnih križanja (dialel 7x7) uzgajan je tijekom 1986. g. također na eutričnom kambisolu kod Osijeka. Objavljeni su smo rezultati koncentracije magnezija u listu (Kovačević i Vujević 1989). Prosječne vrijednosti za hibride istog roditelja, kao i koncentracije N, P, K, Ca i Mg u listu linija prikazane su Tablicom 11., a prinosi zrna tablicom 12.

Tablica 6. Koncentracija N, P, K, Ca i Mg u listu ispod klipa samooplodnih linija kukuruza i njihovim hibridima (Kovačević 1983, 1984)

Element	Samooplodna linija (roditelj)								LSD	
	Os 56	Os 64	Os 2	C 103	NS 358/II	NS 796	ZP L161	ZP R455	5%	1%
Prosjek sedam hibrida iste majke (% suhe tvari)										
Dušik (N)	2.84	2.71	2.68	2.77	2.78	2.92	2.73	2.64	0.04	0.06
Fosfor (P)	0.30	0.33	0.30	0.29	0.35	0.27	0.34	0.35	0.01	0.02
Kalij (K)	1.28	1.12	1.48	1.20	1.50	1.09	1.65	1.47	0.06	0.08
Kalcij (Ca)	0.37	0.49	0.37	0.33	0.39	0.39	0.35	0.42	0.01	0.02
Magnezij (Mg)	0.26	0.49	0.23	0.19	0.29	0.26	0.26	0.26		0.01
Prosjek sedam hibrida istog oca (% suhe tvari)										
Dušik (N)	2.83	2.85	2.76	2.77	2.64	2.87	2.70	2.65	0.04	0.06
Fosfor (P)	0.32	0.32	0.31	0.29	0.29	0.34	0.31	0.33	0.01	0.02
Kalij (K)	1.30	1.25	1.42	1.34	1.48	1.36	1.36	1.25	0.06	0.08
Kalcij (Ca)	0.40	0.41	0.40	0.37	0.38	0.39	0.36	0.39	0.01	0.02
Magnezij (Mg)	0.30	0.28	0.26	0.23	0.24	0.30	0.30	0.32		0.01
Samooplodna linija (samooplodnja -% suhe tvari)										
Dušik (N)	2.71	2.95	2.29	2.38	2.37	2.84	2.73	2.37	0.12	0.16
Fosfor (P)	0.32	0.36	0.35	0.35	0.31	0.35	0.39	0.40	0.03	0.04
Kalij (K)	0.98	0.63	1.07	1.28	0.83	0.92	1.00	1.25	0.16	0.22
Kalcij (Ca)	0.35	0.42	0.49	0.42	0.51	0.40	0.29	0.33	0.03	0.05
Magnezij (Mg)	0.21	0.43	0.19	0.23	0.33	0.32	0.20	0.16	0.02	0.09

* porijeklo linija:

Os (Poljoprivredni institut Osijek),
NS (Institut za ratarstvo i povrtlarstvo Novi Sad),
ZP (Institut za kukuruz Zemun Polje), C (SAD).

V. Kovačević: Istraživanje genetičkih aspekata ishrane kukuruza na poljo-privrednom institutu Osijek (1971-1992. g) Sjemenarstvo 11(94)5, str. 327-347

Tablica 7. Reakcija samooplodnih linija kukuruza i njihovih hibrida na gnojidbu dušikom pri normalnom sklopu od 60.000 biljaka/ha (Jurić 1981)

Godina	Gnojidba (kg N/ha)	Svojstva lista (11.07.1975. i 10.07.1976.)					
		FAO grupa 200			FAO grupa 600		
		Linija		Hibrid	Linija		Hibrid
		Os 33T	Os 77	Os SK 295	Os 84-1	Os 1-22	Os SK632
Postotak dušika (N) u suhoj tvari lista							
1975.	0	2.09	2.65	2.22	3.30	2.37	2.37
	270	2.61	3.16	2.82	2.90	2.89	2.95
1976.	0	2.24	2.75	2.06	2.38	2.10	2.08
	270	2.84	2.90	2.82	3.06	2.55	2.61
Postotak fosfora (P) u suhoj tvari lista							
1975.	0	0.20	0.29	0.26	0.29	0.31	0.28
	270	0.34	0.30	0.32	0.29	0.33	0.30
1976.	0	0.21	0.32	0.21	0.28	0.21	0.20
	270	0.30	0.37	0.25	0.33	0.27	0.23
Lisna površina (tisuća m ² /ha)							
1975.	0	1.51	2.00	2.08	2.18	1.04	2.60
	270	2.53	2.16	2.39	2.74	1.88	3.22
1976.	0	0.81	1.46	1.64	1.97	1.10	1.86
	270	1.80	1.74	2.11	1.84	1.57	2.11
Masa suhe tvari lista (g/biljka)							
1975.	0	8.0	23.0	28.3	29.2	14.6	44.3
	270	32.5	29.1	34.1	32.2	27.4	58.5
1976.	0	14.6	12.2	27.2	17.3	14.3	22.4
	270	16.8	15.3	22.1	18.1	17.5	26.9
Prinos zrna (t/ha sa 14% vlage) u zriobi							
1975.	0	4.03	4.83	6.32	3.61	1.69	7.54
	270	5.72	7.02	10.35	6.44	3.16	13.29
1976.	0	3.04	3.61	6.02	3.26	2.85	7.16
	270	3.41	3.67	8.23	3.89	3.36	13.28

Tablica 8. Koncentracija N, P, K, Ca i Mg u listu ispod klipa (svilanje) samooplodnih linija i njihovim hibridima (Kovačević i Vujević-neobjavljeno)

Element	Samooplodna linija (roditelj)**						LSD	
	ND 246	ND 301	Os 77	Os 138	Os 656	Os 657	5%	1%
List ispod klipa u svilanju (% suhe tvari)								
a) Prosjek hibrida iste majke*								
Dušik (N)	3.73	3.82	3.99	3.77	3.67	3.89	0.05	0.06
Fosfor (P)	0.317	0.287	0.311	0.289	0.316	0.276	0.007	0.009
Kalij (K)	2.23	2.22	1.96	2.21	2.27	2.13	0.04	0.06
Kalcij (Ca)	0.81	0.88	0.93	0.93	1.07	1.09	0.03	0.04
Magnezij (Mg)	0.56	0.59	0.80	0.57	0.61	0.54	0.03	0.04
b) Prosjek hibrida istog oca*								
Dušik (N)	3.84	3.80	3.81	3.67	2.71	3.95	0.05	0.06
Fosfor (P)	0.321	0.290	0.305	0.287	0.323	0.269	0.007	0.009
Kalij (K)	2.26	2.15	1.99	2.35	2.21	2.07	0.04	0.06
Kalcij (Ca)	0.91	0.93	0.89	0.89	0.95	1.01	0.03	0.04
Magnezij (Mg)	0.57	0.63	0.75	0.54	0.65	0.53	0.03	0.04
c) Samooplodna linija								
Dušik (N)	3.90	4.10	4.40	3.72	3.88	4.28	0.11	0.15
Fosfor (P)	0.367	0.330	0.350	0.317	0.358	0.300	0.016	0.022
Kalij (K)	2.48	2.57	1.96	2.71	2.45	2.07	0.11	0.14
Kalcij (Ca)	0.96	1.01	1.05	1.04	1.14	1.19	0.07	0.10
Magnezij (Mg)	0.37	0.41	0.76	0.34	0.45	0.30	0.08	0.10

* u prosjeke uključena i samooplodnja

** porijeklo linija: ND (Nord Dakota, SAD); Os (Osijek)

Tablica 9. Prinos zrna (t/ha sa 14% vlage) hibrida kukuruza iz dialelnih križanja 1985. godine

Roditelj	Samooplodna linija (roditelj)						LSD	
	ND 246	ND 301	Os 77	Os 138	Os 656	Os 657	5%	1%
Prinos zrna (t/ha); prosjek hibrida istog roditelja								
Majka	8.00	9.13	9.21	9.61	8.18	9.22	0.37	0.49
Otac	7.74	9.22	9.45	10.01	8.18	8.74	0.37	0.49

Tablica 10. Koncentracija željeza u listu ispod klipa hibrida kukuruza i njihovim hibridima (Kovačević i sur. 1990 b)

	Samooplodna linija (roditelj)						LSD	
	ND 246	ND 301	Os 77	Os 138	Os 656	Os 657	5%	1%
List ispod klipa u svilanju: mg Fe/kg suhe tvari								
Hibridi iste majke	141	123	135	121	134	119	4	5
Hibridi istog oca	142	123	126	130	134	118	4	5
Samooplodna linija	151	129	145	133	184	111	10	13

Tablica 11. Koncentracija N, P, K, Ca i Mg u listu ispod klipa (svilanje) samooplodnih linija i u njihovim hibridima

Element	Samooplodna linija (roditelj)						
	Os 84-19	Os 84-21	Os 84-28	Os 84-35	Os 84-44	Os 84-50	Os 673A
List ispod klipa u svilanju (% suhe tvari)							
a) Prosjek hibrida (6) iste majke							
Dušik (N)	2.48	3.09	3.11	3.27	3.24	3.15	3.15
Fosfor (P)	0.287	0.300	0.278	0.309	0.300	0.294	0.332
Kalij (K)	1.88	1.94	1.74	1.87	1.83	1.76	1.77
Kalcij (Ca)	0.95	0.97	1.00	1.05	0.97	0.95	0.99
Magnezij (Mg)	0.36	0.46	0.52	0.56	0.42	0.46	0.53
b) Prosjek hibrida (6) istog oca							
Dušik (N)	3.10	3.04	2.99	2.93	3.12	3.15	3.14
Fosfor (P)	0.303	0.302	0.297	0.307	0.297	0.294	0.301
Kalij (K)	1.91	1.94	1.82	1.92	1.85	1.75	1.60
Kalcij (Ca)	0.95	0.96	1.03	1.02	0.96	1.00	0.96
Magnezij (Mg)	0.39	0.50	0.51	0.55	0.41	0.46	0.51
c) Samooplodna linija							
Dušik (N)	2.67	2.39	2.94	2.98	3.04	2.57	2.63
Fosfor (P)	0.250	0.270	0.333	0.293	0.243	0.267	0.240
Kalij (K)	1.41	1.41	1.07	1.22	1.29	1.50	1.59
Kalcij (Ca)	1.02	1.05	1.19	1.23	1.10	1.11	0.95
Magnezij (Mg)	0.20	0.57	0.42	0.63	0.27	0.43	0.43

Tablica 12. Prinos zrna (t/ha s 14% vlage) hibrida kukuruza iz dialelnih križanja 1986. godine

Roditelj	Samooplodna linija (roditelj)							LSD	
	Os 84-19	84-21	Os 84-28	Os 84-35	Os 84-44	Os 84-50	Os 673A	5%	1%
Prinos zrna (t/ha); prosjek hibrida (6) istog roditelja									
Majka	8.73	8.85	9.47	9.02	9.96	9.11	9.45	0.36	0.47
Otac	8.97	9.07	9.30	9.82	9.80	8.71	8.92	0.36	0.47

Tablica 13. Koncentracija P i Ca u listu ispod klipa i prinosi zrna hibrida kukuruza na pseudogleju (A) i eutričnom kambisolu (B) - sezona 1989. g

Svojstvo	Samooplodna linija (roditelj)						LSD	
	Os 84-15	Os 86-92	Os 87-24	Os 87-56	Os 87-57	5%	1%	
List ispod klipa u svilanju (% suhe tvari)								
a) hibridi iste majke (prosjeci)								
Fosfor (P)	A	0.249	0.220	0.217	0.224	0.220	0.01	0.02
	B	0.355	0.327	0.332	0.370	0.329	0.01	0.02
Kalcij (Ca)	A	0.57	0.42	0.47	0.41	0.44	0.02	0.03
	B	1.23	1.15	1.12	1.07	1.25	0.02	0.03
b) hibridi istog oca (prosjeci)								
Fosfor (P)	A	0.230	0.218	0.225	0.225	0.228	0.01	0.02
	B	0.370	0.336	0.323	0.350	0.333	0.01	0.02
Kalcij (Ca)	A	0.46	0.44	0.47	0.45	0.49	0.02	0.03
	B	1.26	1.12	1.18	1.10	1.17	0.02	0.03
c) Samooplodne linije								
Fosfor (P)	A	0.297	0.230	0.237	0.270	0.230	0.02	0.03
	B	0.380	0.293	0.296	0.403	0.290	0.02	0.03
Kalcij (Ca)	A	0.33	0.30	0.53	0.36	0.44	0.05	0.07
	B	1.11	1.10	1.01	1.05	1.07	0.06	0.08
Prinos zrna hibrida istog roditelja (t/ha)								
Mahka	A	8.45	7.43	8.06	8.03	7.46	0.26	0.35
	B	9.69	8.69	10.37	9.42	9.33	0.37	0.50
Otac	A	8.02	7.20	9.33	8.24	6.64	0.26	0.35
	B	9.87	8.85	9.70	9.83	9.24	0.37	0.50

c) Analiza inbred linija i njihovih hibrida na abnormalnim tlima

Tijekom posljednjih desetak godina, na pojedinim parcelama javili su se poremećaji rasta i kloroza kukuruza u ranom porastu, a uzroci ovoj pojavi su različiti. Dio uzroka je u domeni mineralne ishrane što je prezentirano u preglednim radovima (Kovačević i sur. 1986, 1987, Kovačević 1989). Ovi poremećaji bili su osobito izraženi u usjevima sjemenskog kukuruza, što je bio razlog da se analizira stupanj tolerancije samooplodnih linija i njihovih hibrida na defektnim tlima.

Tijekom 1989. g. komplet linija i njihovih hibrida (dialel 5x5) uzgajan je na pseudoglej PIK-a "Vinkovici" (lokacija Đurđanci) i na eutričnom kambisolu kod Osijeka (pH u 1n KCl: 4,29 na pseudogleju i 6.47 na kambisolu). Koncentracije fosfora i kalcija hibrida istog roditelja (prosjeci) i prinosi zrna prikazani su Tablicom 13. Rezultati ovih istraživanja još nisu objavljeni u cijelosti.

Godine 1989. uzgajane su samooplodne linije Os 138 i Os 77, kao i njihova kombinacija (os 138xx Os 77) na dva tipa tla tj, na istim parcelama kao i dialelni križanci. Koncentracije P, K, Ca i Mg u listu i pod klipa (svilanje) prikazani su Tablicom 14.

Tablica 14. Koncentracija P, K, Ca i Mg u listu ispod klipa (svilanje) linija Os 138 i Os 77, te u njihovom hibridu kukuruza na pseudogleju i eutričnom kambisolu (sezona 1989. g)

Linija (hibrid)	List ispod klipa u svilanju (% suhe tvari)							
	Pseudoglej				Eutrični kambisol			
	P	K	Ca	Mg	P	K	Ca	Mg
Os 138	0.240	2.04	0.30	0.29	0.356	2.32	0.87	0.32
Os 77	0.243	1.60	0.52	0.45	0.320	1.50	1.56	0.51
Os 138 x Os 77	0.237	2.20	0.467	0.37	0.330	1.67	1.29	0.48

Tablica 15. Koncentracija P, K, Ca, i Mg u listu ispod klipa samooplodnih linija kukuruza uzgajanih na dva tipa tla OOUR-a "Glavnik" Stari Mikanovci tijekom 1988. g

Linija	List ispod klipa u svilanju (% suhe tvari)							
	Pseudoglej				Hipoglej			
	P	K	Ca	Mg	P	K	Ca	Mg
W 64A Ht	0.18	2.41	0.79	0.32	0.26	0.44	1.58	2.06
B 73	0.20	2.01	0.72	0.28	0.44	0.56	1.25	1.83
Mo 17	0.28	2.60	0.55	0.27	0.35	0.62	1.44	1.88
Os 77	0.26	1.52	0.77	0.40	0.37	0.60	1.75	1.86
Os 138	0.21	1.65	0.62	0.23	0.37	0.60	1.75	1.86
LSD 5%	0.01	0.16	0.10	0.04	0.05	0.03	0.19	0.11
LSD 1%	0.02	0.21	0.13	0.06	0.07	0.04	0.25	0.15

Godine 1988. uzgajane su 22 samooplodne linije na dva defektna tla PIK-a "Vinkovci" OOUR-a "Glavnik" Stari Mikanovci: pseudoglej (pH-KCl = 4.29) i hipoglej naglašene fiksacije kalija i s viškom slobodnog magnezija i kalcija (Kovačević i Vukadinović 1991a).

Ovi rezultati još nisu objavljeni, a rezultate s pet linija objavljujemo u Tablici 15.

Godine 1990. uzgajano je 16 hibrida kukuruza na hipogleju OOUR-a "Glavnik" Stari Mikanovci s već spomenutim nedostacima, a rezultati su objavljeni u članku Kovačević i Vujević (1993). Sedam hibrida koji su za oca imali liniju Os 1-48 imali su prosječan prinos zrna 5.64 t/ha, a sedam hibrida linije Os 87-24 samo 4.16 t/ha. Istovremeno, hibridi druge grupe 59% poleglim biljaka. Treba naglasiti činjenicu da na normalnom tlu, hibridi druge grupe na pokazuju sklonost polijeganju. hibridi druge grupe imali su u donjem dijelu stabljike (prve tri etaže) 0.22% P, 0.19% K i 0.72% Mg, dok su hibridi prve grupe imali 0.13% P, 0.24% K i 0.53% Mg (prosjeci sedam hibrida), što je po našem mišljenju utjecalo na sklonost, odnosno otpornost prema polijeganju i niži, odnosno viši prinos zrna (Kovačević i Vujević 1993).

d) Analiza poremećaja rasta i kloroze sjemenskog kukuruza

U proizvodnji sjemenskog kukuruza na području Istočne Hrvatske ustanovljeni su posljednjih godina različiti tipovi kloroze i zaostajanje u ranom porastu. Vlažno i hladno vrijeme je pogodno za manifestiranje ovih poremećaja. Analizama nadzemnog dijela normalnih i klorotičnih biljaka ustanovljeni su uzroci ovim poremećajima: nedostatak cinka, fosfora ili kalija, a zajedničko za sve poremećaje je višak željeza i aluminijsa (Kovačević i sur. 1988a, 1988b; Kovačević i Vukadinović 1992b).

Tablica 16. Neki primjeri nedostataka cinka u usjevu sjemenskog kukuruza (Kovačević i Bertić 1993 - u tisku)

Parcel	Normalan kukuruz					Klorotičan kukuruz				
	pH tla (KCl)	Nadzemni dio biljke				pH tla (KCl)	Nadzemni dio biljke			
		Zn (ppm)	P Zn	Fe Zn			Zn (ppm)	P Zn	Fe Zn	
10 a b	5.02	24	250	46	a	7.32	24	308	124	
		28	239	42	b		32	231	155	
11 a b	7.11	28	239	45	a	7.26	28	289	107	
		26	284	66	b		26	231	97	
12 c	5.78	43	81	40	c	5.81	42	71	145	
13 c c	5.34	56	54	87	c	5.79	52	56	176	
14	6.02	46	76	38	c	6.34	48	100	130	

* majka (a) (b) sjemenskog kukuruza, odnosno umnožavanje sjemena (c0 linija kukuruza - lokacija Osijek

Niska koncentracija fosfora u nadzemnom dijelu sjemenskog kukuruza bila je glavni razlog kloroze i zaostajanja u rastu usjeva na PIK-u "Vinkovci" i PPK "Kutjevo" u 1989. g. (Kovačević i sur. 1990 a).

Tablica 17. Nedostatak fosfora u usjevu sjemenskog kukuruza (nadzemni dio linije majke) - Kovačević i Vukadinović 1992b)

Parcela	Nadzemni dio biljke u ranom porastu				
	Suha tvar (g/biljka)	% suhe tvari		mg/kg	
		P	Ca	Al	Fe
Prosjeck 1-6	0.84	0.22	0.34	2385	2937

Pojava kloroze i retardacije rasta sjemenskog kukuruza bili su razlog da se na parcelama sjemenskog kukuruza postavi serija identičnih pokusa kako bi se na osnovu eventualno vizuelne reakcije moglo intervenirati na vrijeme adekvatnom gnojidbom. Tijekom 1991. i 1992. g. postavljeno je 11 pokusa na PIK-u "Đakovo", a rezultati su objavljeni u člancima Kovačević i sur. (1992, 1993). Predsjetveno je dodano 13 kg Zn/ha u obliku cinkovog sulfata (varijanta 1) 50 kg N + 170 kg P₂O₅ + 170 kg K₂O / ha (varijanta 2) na standardnu gnojidbu (kontrola).

Godine 1991. i 1992. bile su relativno sušne, tako da je izostala pojava kloroze i retardacije rasta, ali je kukuruz ipak reagirao na gnojidbu u šest od 11 postavljenih pokusa. Pojačana NPK gnojidba pokazala se opravdanom u dva pokusa, a gnojidba cinkom u tri pokusa. U jednom slučaju je gnojidba cinkom izazvala niži prinos nego na kontroli (Tablica 18.).

Tablica 18. Prinos zrna (naturalno zrno s 13 % vlage) u t/ha na parcelama PIK-a "Đakovo" (Kovačević i sur. 1992, 1993)

Varijanta gnojidbe*	Prinos zrna (t/ha) odabranih pokusa					
	1991. godina			1992. godina		
	A-91	A-91	A-91	B-92	C-92	G-92
1. Cink	4.47	5.19	6.73	4.15	4.42	4.49
2. NPK	4.00	5.78	5.40	3.28	4.82	4.76
3. Kontrola	4.06	5.97	6.13	3.55	4.48	4.04
LSD 5%	0.34	0.51	0.51	0.41	0.30	0.43
LSD 1%	0.48	0.70	0.70	0.57	0.42	0.60

* sortiment: Os 552 (A-91), Golda (B-91, D-91, B-92 i C-92), Vanessa (G-92).

RASPRAVA

Genetički aspekti mineralne ishrane biljaka dobili su na značenju što rezultira brojnim člancima u znanstvenim i stručnim časopisima. U prilog tome ide i činjenica da se 1982. godine počelo s organiziranjem tematskog simpozija (Sarić 1982) koji se održava u 3-godišnjim intervalima (Beograd 1982; Madison, Wisc. USA 1985; Braunschweig, BRD 1988; Canberra, Australija 1991). Poljoprivredni institut Osijek sudjelovao je objavljenim člancima na prva dva simpozija, a objavljenim sažetkom na trećem simpoziju (Kovačević 1983, Kovačević i sur. 1987, Kovačević i Vujević 1988). Pregled istraživanja genetičkih aspekata ishrane kukuruza do 1980. g. objavili su Sarić i Kovačević (1980). Inače, prvi članak iz ove tematike objavio je Moors (1921) da bi u svom drugom članku (1922) naglasio ulogu različite adaptibilnosti sorata kukuruza na različita tla. Iako je prošlo više od 70 godina od pojave tog članka, njegova aktualnost traje i danas, s tim da nam sada stoje na raspolaganju nove spoznaje i suvremena oprema visokog stupnja osjetljivosti i preciznosti.

U našim prvim istraživanjima (Tablica 1) ustanovljene su vrlo velike razlike koncentracije elemenata u listu 58 inbred linija kukuruza koje su uzgajane u identičnim ekološkim uvjetima. Tako je linija s najmanjom koncentracijom prema liniji s najvećom koncentracijom imala 2.08 puta manje dušika, 2.89 puta manje kalcija, 6.9 puta manje magnezija, 11.6 puta manje mangana, 8 puta manje cinka, 2.4 puta manje bakra i 4.8 puta manje željeza.

Dvogodišnjim istraživanjima deset samooplodnih linija kukuruza u poljskim uvjetima ustanovljena je uglavnom visoka i statistički opravdana pozitivna korelacija između koncentracija pojedinih elemenata u prvoj i drugoj godini istraživanja. Pri tome su najpostojanije bile koncentracije u srednjim listovima i srednjem dijelu stabljike u metličanju, što znači da su genetički ustanovljene razlike ili trend razlike između pojedinih linija manje više konstantan. Tako analizom korelacije rezultata prve i druge godine istraživanja za srednje listove (a) i srednji dio stabljike (b) su ustanovljene slijedeće korelacije: dušik = 0.85 (a) i 0.86 (b), fosfor = 0.84 (a) i 0.68 (b), kalij = 0.72 (a) i 0.92 (b) i magnezij = 0.84 za "a" i 0.67 za "b" (Kovačević 1980).

Istraživanjima u kontroliranim uvjetima pri različitim koncentracijama hranive otopine (Tablica 5) ustanovljena je specifična reakcija svake linije. Tako je linija Os 56 bila postojane mase suhe tvari nadzemnog dijela i korijena u rasponu od 1/8 koncentracije do 3 puta veće koncentracije od normalne hranive otopine. Istovremeno, kod linije ZP L161 je povećanjem koncentracije otopine od 1/8 do normalne otopine masa nadzemnog dijela povećana više nego dvostruko (Kovačević 1980).

Linija Os 64 je svojstvo niske koncentracije kalija i visoke koncentracije magnezija u listu prenijela na svoje hibride, pri čemu je bio izražen samo utjecaj nje kao majke. Isto vrijedi i za linije Os 2 i C 103 glede niske koncentracije magnezija (Tablica 6).

Linija Os 77 izdvojila se visokom koncentracijom magnezija i nižom koncen-

tracijom kalija u listu i ta svojstva prenijela je na svoje hibride pri čemu je bio podjednak utjecaj kada je ta linija bila otac ili majka hibrida. Linija Os 138 izdvajala se niskom koncentracijom magnezija a visokom koncentracijom kalija što je također prenijela na svoje hibride (Tablica 8). Budući da su te linije i hibridi uzgajane na normalnom tlu, nije ustanovljena veza između specifičnosti primanja analiziranih elemenata i prinosa zrna (Tablica 9).

U trećoj grupi linija i njihovih hibrida (Tablica 11), od sedam analiziranih linija su se linija Os 84-19 izdvajala niskom koncentracijom magnezija, a linija Os 84-35 visokom koncentracijom magnezija u listu. Ova su svojstva prenesena na njene hibride i u slučaju kada je jedna od tih linija bila ili otac ili majka hibrida. Glede specifičnosti primanja N, P, K i Ca nisu postojale značajnije razlike između analiziranih linija (Tablica 11). U slučaju tih linija i njihovih hibrida, također nismo ustanovili vezu prinosa zrna i specifičnosti primanja elemenata, budući da su uzgajani na plodnom tlu (Tablica 12).

Uzgojem na pseudogleju su linije i njihovi hibridi imali nisku koncentraciju fosfora i kalcija u listu, dok je uzgojem na eutričnom kambisolu i koncentracija ovih elemenata bila znatno veća. Evidentne su i razlike uvjetovane nasljednim faktorima (Tablica 13).

Značajna uloga nasljednih faktora u intenzitetu i količini primanja pojedinih elemenata u biljke kukuruza konstatirana je u brojnim znanstvenim i preglednim člancima (Clark 1977, Sarić 1981, Sarić i Kovačević 1980, Farina i sur. 1982. i dr.). Ova pojava je u uskoj vezi s različitim stupnjem otpornosti (osjetljivosti) kukuruza na određene stresne uvjete u tlu kao npr. kisela ili alkalna reakcija, višak ili manjak određenih elemenata u hranivoj otopini tla i sl. S tim u vezi su samooplodne linije kukuruza osjetljivije na ekološke stresove od npr. hibrida, odnosno merkantilnog kukuruza. Zato su ova istraživanja od osobite koristi za sjemensku proizvodnju kukuruza u kojoj se kao roditeljske komponente koriste različite samooplodne linije. Pojava simptoma nedostatka cinka ili fosfora kod jedne linije, a izostanak tih simptoma kod druge linije uzgajane na istoj parceli, ide u prilog ovakvoj konstataciji. Problem poremećaja rasta biljaka sa stajališta mineralne ishrane detaljno je razradio Bergmann (1992) u svojoj knjizi koja sadrži bogati tekstualni dio i atlas od 945 slika u boji (simptomi nedostatka ili toksičnog učinka pojedinih elemenata na različite biljne vrste uključujući i kukuruz).

Našim rezultatima je također ustanovljena značajna razlika u primanju pojedinih elemenata kod različitih samooplodnih linija i hibrida kukuruza uzgajanih u identičnim vanjskim uvjetima. S tim u vezi su za praksu osobito korisna istraživanja na defektnim tlima. Naime, na osnovu tih rezultata možemo prognozirati i ustanoviti stupanj otpornosti pojedinih genotipova na određeni tip stresa. To je i osnova za preporuku uzgoja otpornijeg materijala na takvim tlima i prilog boljem iskorištenju potencijala rodnosti biljke i plodnosti tla.

Interpretacija rezultata koncentracije pojedinih elemenata u biljci složen je problem. Visoka koncentracija može značiti slabiju efikasnost jedinice primljenog elementa ako iza toga ne stoji veći prinos u usporedbi s genotipom koji u istim

uvjetima ima nižu koncentraciju istog elementa. Istovremeno, veća koncentracija nekog elementa u biljci može značiti i veći afinitet biljke za tim elementom ili veću sposobnost za primanje tog elementa. Niže koncentracije nekog elementa u biljci mogu biti poželjno svojstvo ako one ne rezultiraju nižim prinosom suhe tvari ili zrna. Koje je svojstvo poželjno, posebno na tlu određenog tipa stresa, treba ustanoviti za svaku liniju ili hibrid. Osjetljivost neke linije na određeni tip stresa ne znači ozbiljniji nedostatak, jer se onom može pokazati kao faktor otpornosti na tlu s drugim tipom stresa. Kao najjednostavniji primjer može poslužiti testiranje na kiselu ili alkalnu sredinu, višak slobodnog aluminijskog ili kalcijevog u tlu i sl. Poznavanjem samooplodnih linija i hibrida kukuruza s tog stajalajšta može biti vrlo korisno za proizvodnju sjemenskog ili merkantilnog kukuruza. Pretpostavljamo da bi samo pravilnim izborom hibrida a osobito samooplodnih linija na manje plodnim tlima mogli povećati prinose zrna. Činjenica je da otpornost na stres izazvan debalansom mineralne ishrane je u uskoj vezi s afinitetom za primanje određenih iona. Naša istraživanja pokazala su postojanje ogromnih razlika u primanju analiziranih elemenata između različitih linija i hibrida u istim ekološkim uvjetima.

ZAKLJUČAK

Na osnovu višegodišnjeg rada na problemima genetičkih aspekata mineralne ishrane kukuruza mogu se donijeti određeni zaključci i smjernice za buduću aktivnost.

Samooplodne linije kukuruza međusobno se značajno razlikuju glede koncentracije biogenih elemenata u svom tkivu iako se uzgajaju pri identičnim ekološkim uvjetima. Ova se svojstva prenose i na njihove hibride, a mehanizam nasljeđivanja dosta je složen: u nekim slučajevima podjednak je utjecaj oba roditelja dok u nekima prevladava majčinski učinak.

Specifičnosti primanja pojedinih iona u biljku obično nema bitnog utjecaja na prinos ako se linije (hibridi) uzgajaju na plodnom tlu s uravnoteženim fizikalnim, kemijskim i biološkim svojstvima. Međutim, njihovim uzgojem na defektnim tlima, takva specifičnost može biti prednost ili nedostatak, ovisno o tipu stresa u tlu. Ovo osobito vrijedi za uzgoj sjemenskog kukuruza jer su samooplodne linije osjetljivije na stres od hibrida.

Evidentirani poremećaji rasta i razvoja sjemenskog kukuruza u ranom porastu, osobito ako je proljeće hladno i vlažno, idu u prilog gore spomenutim konstatacijama. Normalan rast jednog roditelja, a kloroza i retardacija rasta drugog roditelja koji rastu jedan pored drugoga na istoj parceli, dovoljna su potvrda ovakvim razmišljanjima.

Slična istraživanja treba intenzivirati s ciljem da se testira postojeći komercijalni materijal na različite tipove stresnih uvjeta kao npr. kisela ili alkalna reakcija tla, visoki sadržaj slobodnog aluminijskog, kalcijevog ili magnezijevog, nizak sadržaj biljci pristupačnog cinka, kalija ili fosfora. Ovi tipovi stresa već su registrirani na našim oranica. Istovremeno, selekcijskom radom na takvim tlima treba izdvojiti

V. Kovačević: Istraživanje genetičkih aspekata ishrane kukuruza na poljo-privrednom institutu Osijek (1971-1992. g) Sjemenarstvo 11(94)5, str. 327-347

otpornije materijale i stvoriti tolerantne hibride za stresne uvjete koje karakteriziraju određena defektna tla.

LITERATURA

- Bergmann W. (1992): Nutritional disorders of plants - development, visual and analytical diagnosis. Gustav Fischer Verlag Jena, Stuttgart, New York.
- Clark R. B. (19773): Efficiency of corn inbreds and sorghum for nutrient elements. Ohio Agr. Res. and Dev. Center Journal. Article No 149-73.
- Clark R. B. (1977): Effect of aluminum on growth and mineral elements of Al-tolerant and Al-intolerant corn. Plant and Soil 47, 653-662.
- Clark R. B. m Brown J./C. (1974): Differential mineral uptake by maize inbreds. Comm. in Soil Sci. and Plant Analysis 5 (3), 213- 217.
- Farina M. P. W., Mendes P., Gevers H. O., Channon P. (1982): Differential tolerance to soil acidity among several South African maize genotypes. Crop Production/Gewasproduksie XI, 133- 139.
- Jurić I. (1981): Reakcija inbred linija i F1 generacije kukuruza vegetacijske grupe 200 i 600 na povećanu količinu dušika u različitim skupovima (disetacija). Fakultet poljoprivrednih znanosti Sveučilišta u Zagrebu.
- Kovačević V. (1977): Specifičnost sadržaja nekih elemenata u listu, polenu i stubiću samooplodnih linija kukuruza (prethodno saopćenje). Arhiv za poljoprivredne nauke XXX (110), 139-146. Beograd.
- Kovačević V. (1980): Proučavanje specifičnosti samooplodnih linija kukuruza u odnosu na mineralnu ishranu (disertacija). Poljoprivredni fakultet Univerziteta u Novom Sadu. Reprint: Zbornik radova, Poljoprivredni institut Osijek 10 (2).
- Kovačević V. (1989): Pregled poremećaja mineralne ishrane kukuruza na tlima Slavonije i njihovo rješavanje. U "Zbornik referata XXIII seminar agronoma" Kupari 10-18. februara 1989. Poljoprivredni fakultet i Institut za ratarstvo i povrtarstvo Novi Sad. str. 181-189.
- Kovačević V. (1983): The ear-leaf percentage of nitrogen, phosphorus and potassium in maize (*Zea mays* L.) inbred lines and their diallel progeny. In "Genetic aspects of plant nutrition (Sarić M. R. and Loughman B. C. Editors). Martinus Nijhoff/Dr. W. Junk Publishers, The Hague, Boston, Lancaster, p. 471-475.
- Kovačević V. (1988): Differences in ear-leaf uptake among corn (*Zea mays* L.) inbred lines. Journal of Plant Nutrition 11 (6-11), 377-381.
- Kovačević V., Bobetić Z., Grbeša I., Perić Z., Lacković R. (1992): Poboljšanje gnojidbe sjemenskog kukuruza na PIK-u "Đakovo". Sjemenarstvo 9 (2-3), 69-80.
- Kovačević V., Jurić I., Mušac I., Žugec I., Skender M. (1977): Mineralna ishrana u proizvodnji sjemena kukuruza. Simpozij: Sjeme i sjemenska proizvodnja kukuruza, Osijek.
- Kovačević V., Komljenović I., Katušić V. (1990 a): Osvrt na poremećaje rasta

V. Kovačević: Istraživanje genetičkih aspekata ishrane kukuruza na poljoprivrednom institutu Osijek (1971-1992. g) *Sjemenarstvo* 11(94)5, str. 327-347

- sjemenskog kukuruza u 1989. g sa stajališta mineralne ishrane. *Poljoprivredne aktualnosti* 35 (1-2), 181-184. Kovačević V., Lončarić Z., Lacković R. (1993): Reakcija sjemenskog kukuruza na gnojdbu. *poljoprivredne aktualnosti* 29 (1-2), 9-15.
- Kovačević V., Radić Lj., Vekić N. (1987 a): Genetic differences in the ear-leaf nutrient content of inbred lines of corn (*Zea mays* L.) In "Genetic aspects of plant mineral nutrition (Gabelman H. W. and Loughman B. C. Editors). Martinus Nijhoff Publishers, Dordrecht, Boston, Lancaster. p. 399-402.
- Kovačević V., Vujević S. (1989 a): Genetic differences in K and Mg uptake by maize (*Zea mays* L.) plants under conditions of Croatia. In "Science for plant breeding" Book of poster abstracts, part 1. poster group 1-15. XII EUCARPIA Congress. February 27-March 4, 1989, Gottingen, Germany F. R.
- Kovačević V., Vujević S. (1988): Ear-leaf P, K, Ca and Mg uptake by maize inbred lines and their diallel progeny. Third International Symposium on Genetic Aspects of Plant Mineral Nutrition (Book of Abstracts), June 19-24, Braunschweig, Germany.
- Kovačević V., Vujević S. (1989b): Inheritance of ear-leaf magnesium uptake in maize plants. *Magnesium-Bulletin* 11, 22-24.
- Kovačević V., Vujević Bertić B., Vukadinović V. (1990b): Iron uptake by maize (*Zea mays* L.) inbred lines and their hybrids. First Congress of the European Society of Agronomy. Paris 5th - 7 th December 1990 (Proceedings - edited by Alan Scaife). European Society of Agronomy, Colmar Cedex, France.
- Kovačević V., Vujević S. (1993): Magnesium uptake and lodging tolerance in maize (*Zea mays* L.) hybrids. Proceedings book of the Fourth European Congress on Magnesium, Giessen Germany, 21-23 th Sept. 1992. (in press).
- Kovačević V., Vukadinović V. (1992a): The potassium requirements of maize and soyabean on a high K-fixing soil. *South African Journal of Plant and Soil* 9 (1), 10-13.
- Kovačević V., Vukadinović V. (1992b): Phosphorus deficiency in maize (*Zea mays* L.) plants used for seed production. Fourth International IMPHOS (Institut Mondial du Phosphate) Conference, Sept. 8-11, 1992, Genth, Belgium.
- Kovačević V., Vukadinović V., Bertić B., Jurić I. (1988a): Excess in iron and aluminium uptake and nutritional stress in corn (*Zea mays* L.) plants. *Journal of Plant Nutrition* 11 (6-11),
- Kovačević V., Žugec I., Jurić I., Katušić V. (1987b): Osvrt na poremećaje rasta kukuruza uslijed debalansa mineralne ishrane u 1986. godini. *Poljoprivredne aktualnosti* 28 (1-2), 357-361.
- Kovačević V., Žugec I., Bertić B. (1986): Poremačaji mineralne ishrane biljaka na tlima Slavonije. *Savremena poljoprivreda* 34 (3-4) 133 - 150.
- Kovačević V., Žugec I., Katušić V. (1988): Growth retardation and chlorosis in maize due to zinc deficiency under the conditions of Eastern Croatia. *Tagnug Bericht Nr 267. Akademie der tions of Eastern Croatia. Tagung Bericht Nr*

V. Kovačević: Istraživanje genetičkih aspekata ishrane kukuruza na poljoprivrednom institutu Osijek (1971-1992. g) Sjemenarstvo 11(94)5, str. 327-347

267. Akademie der Landwirtschaftswissenschaften der DDR, Berlin, S. 219-224.

Moors C. A. (1921): The agronomic placement of varieties. J. Amer. Soc. Agric., 13.

Moors C. A. (1922): Varieties of corns and their adaptability to different soil. Univ. Tenn. Agr. Exp. Sta. Bull., 26

Phahler P. L., Linskens H. F. (1974): Ash percentage and mineral content of maize pollen and style. i. Genotypic effects. Theor. Appl. Genet. 45, 32-36.

Radić Lj., Vekić N., Mušac I., Kovačević V. (1971): Sadržaj kalcija, magnezija, mangana, željeza, bakra i cinka u listu inbred linija kukuruza složenih po porijeklu. Informacije o radu na kukuruзу. Poljoprivredni institut Osijek.

Radić Lj., Vekić N., Mušac I., Kovačević V. (1974): Akumulacija Ca, Mg, Mn, Fe, Cu i Zn u listu samooplodnih linija kukuruza kao znak efikasnosti korištenja. Informacije o radu na kukuruзу. Poljoprivredni institut Osijek.

Sarić m. (1981): Genetic specifity in relation to plant mineral nutition. Journal of Plant Nutrition 3, 743-766.

Sarić m. R. (1982, Editor): Genetic specifity of mineral nutrition of plants. Proc. 5 th sess. Department Nat. and Mathem. Sci. of Serbian Acad. of Sci. and Arts. vol. XIII, Beograd.

Sarić M., Kovačević V. (1978): Physiologic-genetical aspects of mineral nutrition elements in maize (*Zea mays* L.) In "Plant Nutrition 1978" Proceedings of the 8th International Colloquium on Plant Analysis and Fertilizer Problems. Auckland New Zealand (R. L. Bieleski and I. B. Ferguson Editors). N.Z. DSIR Information Series No 134. Wellington. Goverment Printer, p. 439-448.

Sarić M. R., Kovačević V. (1980): Genetska specifichnost mineralne ishrane kukuruza. u "Fiziologija 'kukuruza".. Posebno izdanje SANU Beograd, odelenje prirodnomatematickih nauka, knjiga 51, str. 127-144.